

b)

VIRTUAL PLANT SYSTEM AND VIRTUAL PLANT AND REMOTE MONITERING LINKING SYSTEM

Patent Number: JP2002373018
Publication date: 2002-12-26
Inventor(s): MARUYAMA TAKESHI; MINAMI AKIYUKI
Applicant(s): NTN CORP
Requested Patent: ☐ JP2002373018
Application Number: JP20010179759 20010614
Priority Number(s):
IPC Classification: G05B23/02; G05B19/418; G06F17/60; G06F19/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To make easily performable the newly rising of a production line or the process change of an existent line, to make easily verifiable the whole of a plant and to make attainable the efficient development of the production line and the shortening of the period for development.
SOLUTION: This system is provided with a virtual plant preparing means 22 for preparing a virtual plant, with which a plant is made into data model, and a simulation means 23 for verifying production conditions and physical distribution conditions at least by making that prepared virtual plant 21 perform production simulation. A plurality of any production facilities in the plant are made into dedicated unit constitutive machines combining a modular unit 76 to a main body machine 75 of common specification so that the modular unit can be freely exchanged. The simulation means 23 can verify the production conditions and the physical distribution conditions when the modular unit of the production facility is exchanged.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

b)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-373018
(P2002-373018A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 5 B 23/02		G 0 5 B 23/02	V 3 C 1 0 0
19/418		19/418	Z 5 H 2 2 3
G 0 6 F 17/60	1 0 8	G 0 6 F 17/60	1 0 8
19/00	1 1 0	19/00	1 1 0

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-179759(P2001-179759)

(22) 出願日 平成13年 6 月14日 (2001. 6. 14)

特許法第30条第1項適用申請有り 2001年 4 月27日発行
の日経産業新聞に掲載

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 丸山 武

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(72) 発明者 皆見 章行

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100086793

弁理士 野田 雅士 (外1名)

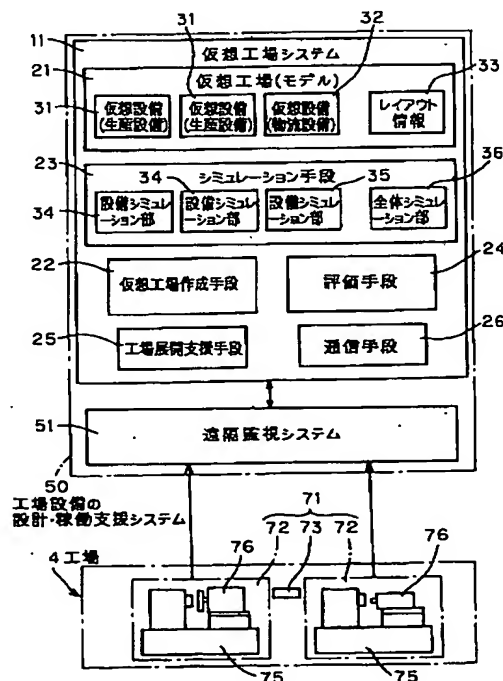
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 仮想工場システムおよび仮想工場・遠隔監視連携システム

(57) 【要約】

【課題】 生産ラインの新規立ち上げ、既設ラインの工程変更等が簡単に行え、また工場全体の検証が簡単に行えて、効率の良い生産ラインの開発、および開発期間の短期化が図れるようにする。

【解決手段】 工場をデータモデル化した仮想工場を作成する仮想工場作成手段22と、その作成された仮想工場21に疑似生産を行わせて少なくとも生産状況および物流状況を検証するシミュレーション手段23とを備える。工場におけるいずれか複数の生産設備は、共通仕様の本体機械75に対してモジュラーユニット76を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機とする。シミュレーション手段23は、生産設備のモジュラーユニットを交換した場合の生産状況および物流状況の検証が可能なものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数台の生産設備が、共通仕様の本体機械に対してモジュラーユニットを交換自在に組み合わせたユニット構成専用機である工場を検証するシステムであって、

工場をデータモデル化した仮想工場を作成する仮想工場作成手段と、その作成された仮想工場に疑似生産を行わせて少なくとも生産状況および物流状況を検証するシミュレーション手段とを備え、上記シミュレーション手段は、生産設備のモジュラーユニットを交換した場合の生産状況および物流状況の検証が可能なものとした仮想工場システム。

【請求項2】 生産設備のうちの幾つかが、複数台並べられて生産ラインを構成するものであって、この生産ラインの構成要素となる複数の生産設備が、共通仕様の本体機械に対してモジュラーユニットを交換自在に組み合わせたユニット構成専用機である工場を検証するシステムであって、

上記工場の各生産設備および物流設備の機能およびこれらの設備のレイアウトの情報により構成されるモデルである仮想工場を作成する仮想工場作成手段と、その作成された仮想工場に疑似生産を行わせて上記レイアウト上における生産状況および物流状況を検証するシミュレーション手段とを備え、上記シミュレーション手段は、生産設備のモジュラーユニットの交換を含む生産ラインの各種変更に応じた検証が可能なものとした仮想工場システム。

【請求項3】 上記仮想工場作成手段は、設備データベースに登録された生産設備の本体機械の情報およびモジュラーユニットの情報により、モジュラーユニットを組み換えた各種のユニット構成専用機のモデルを作成可能なものとした請求項1または請求項2に記載の仮想工場システム。

【請求項4】 上記仮想工場は、個々の設備のモデルである複数の仮想設備を含み、上記シミュレーション手段は、各仮想設備を検証する設備シミュレーション部と、個々の設備シミュレーション部による検証結果を統合してレイアウト上に示す全体シミュレーション部とを有するものである請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の仮想工場システム。

【請求項5】 生産設備の仮想設備に対する設備シミュレーション部は、生産設備の設定可能な調整条件および運転条件が設定可能で、その設定された調整条件および運転条件に応じた検証が可能なものである請求項4に記載の仮想工場システム。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の仮想工場システムと、この仮想工場システムに対応する実在工場を遠隔監視する遠隔監視システムと、これら仮想工場システムと遠隔監視システムとの連携処理を行う連携手段とを備えた仮想工場・遠隔監視連携システム。

ム。

【請求項7】 上記遠隔監視システムは、遠隔保守が可能なものである請求項6に記載の仮想工場・遠隔監視連携システム。

【請求項8】 上記遠隔監視システムは、遠隔監視および遠隔保守を対話式に行えるものであって、表示装置の同一画面上に、監視対象の設備の画像と、工場側のオペレータの画像と、監視または遠隔保守に用いる文字情報とが並べて表示可能なものであり、かつ音声を伝えることが可能なものである請求項7に記載の仮想工場・遠隔監視連携システム。

【請求項9】 上記工場は、生産対象製品が転動体を有する機械部品である請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の仮想工場システム。

【請求項10】 上記工場は、生産対象の製品が転動体を有する機械部品である請求項6ないし請求項8のいずれかに記載の仮想工場・遠隔監視連携システム。

【請求項11】 実在工場と仮想工場システムとで構成される工場・検証システム複合体であって、

上記実在工場は、生産設備および物流設備で構成される生産ラインを有し、ライン構成要素となる複数の生産設備が、互いに共通の本体機械に対してモジュラーユニットを交換自在に組み合わせたユニット構成専用機であり、
上記仮想工場システムが、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の仮想工場システムである工場・検証システム複合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、新規製品の生産や、製品の変更等に対する生産ラインの新規立上げ、既設ラインの工程変更等を支援し、構築後の稼働の便利を図る仮想工場システムおよび仮想工場・遠隔監視連携システムに関する。

【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】機械部品等の量産製品、例えば軸受や等速ジョイント等では、製品毎の専用の生産ラインが組まれる。このような生産ラインにおいて、仕様の若干異なる同種の製品は、段取り変更や加工条件の変更等によって対処される。段取り変更等で対処できない場合は、生産ラインを組み替えた後、新規ラインを立ち上げる。新規商品となる製品の場合に、新規生産ラインを立ち上げることも多い。新規ラインの立ち上げや、既設ラインの組み替え等を行う場合、設備、設備群の設計、および設計内容の評価の後、工場への展開を行う。

【0003】しかし、製品毎の専用設備による工場展開を行うため、開発期間の長期化が発生している。また、単一的な面からの評価による工程・設備設計となりがちであり、工場展開してからのやり直しが発生することが

多い。例えば、個々の設備の評価は正しくできていても、工場全体のレイアウト上で、生産性の悪い工程、いわゆるボトルネックとなる工程が生じ、工場全体として効率的な生産が行えない場合がある。そのため、工場展開後にやり直しが必要となることがある。また、工場展開に際して、新技術の製品や新規設備の場合は、現地の技術者では対処できず、専門の技術者が現地に出向いて技術支援をしており、技術者が不足する場合が多い。工場展開後に実際に稼働してから、不具合が発生し、その対処が現地で行えない場合もある。これらの課題に対して、仮想設備のシミュレーションによる評価を行うことも種々提案されている。また、工場の遠隔監視の技術の開発が進んでいる。しかし、従来のシミュレーション手段は、いずれも設備の単独、または工程を目的とした単一目的のシミュレーション手段であり、総合的な評価を行うことができない。また、従来の遠隔監視技術は、工場展開前のシミュレーション技術とは別個に独立して考えられている。そのため、シミュレーション結果が遠隔監視に反映されていない。

【0004】この発明の目的は、新規製品の生産や、製品変更等に対する生産ラインの新規立ち上げ、既設ラインの工程変更等が簡単に行え、また工場全体の検証が簡単に行えて、効率の良い生産ラインの開発、および開発期間の短期化が図れる仮想工場システムを提供することである。この発明の他の目的は、シミュレーションによる検証結果が効果的に利用できて、工場の遠隔監視を適切に行える仮想工場・遠隔監視連携システムを提供することである。この発明のさらに他の目的は、新規製品の生産や、製品変更等に対する生産ラインの新規立ち上げ、既設ラインの工程変更等が簡単に行え、また工場全体の検証が簡単に行えて、効率の良い生産ラインの開発、および開発期間の短期化が図れる工場・検証システム複合体を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明を実施形態に対応する図1と共に説明する。この仮想工場システム(11)は、複数台の生産設備(72)が、共通仕様の本体機械(75)に対してモジュラーユニット(76)を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機である工場(4)を検証するシステムであって、上記工場(4)をデータモデル化した仮想工場(21)を作成する仮想工場作成手段(22)と、その作成された仮想工場(21)に疑似生産を行わせて少なくとも生産状況および物流状況を検証するシミュレーション手段(23)とを備える。上記シミュレーション手段(23)は、生産設備(72)のモジュラーユニット(76)を交換した場合の生産状況および物流状況の検証が可能なものとする。この構成によると、データモデル化した仮想工場(21)を作成する仮想工場作成手段(22)と、その作成された仮想工場(21)に疑似生産を行わせて生産状

況、物流状況を検証するシミュレーション手段(23)とを備えるため、工場全体の検証が簡単に行える。工場(4)の生産設備(72)は、共通仕様の本体機械(75)に対してモジュラーユニット(76)を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機であるため、工程変更の自由度が高い。このような生産設備(72)を用い、シミュレーション手段(23)は、生産設備(72)のモジュラーユニット(76)を交換した場合の生産状況および物流状況の検証が可能なものとするため、モジュラーユニット(76)を交換した各種の工程の生産ラインの検証を簡単に効率良く行い、ユニット構成専用機の特徴を生かした生産ラインを構築することができる。このため、新規製品の生産や、生産する製品の変更等に対する生産ラインの新規立ち上げ、既設ラインの工程変更等が簡単に行え、また工場全体の検証が簡単に行えて、効率の良い生産ラインの開発、および開発期間の短期化が図れる。また、設備費の低減、在庫の削減が図れる。

【0006】上記仮想工場作成手段(22)およびシミュレーション手段(23)は、例えば次の構成とする。仮想工場作成手段(22)は、工場(4)の各生産設備(72)および物流設備(73)の機能およびこれらの設備のレイアウトのデータ(33)により構成されるモデルである仮想工場(21)を作成する。シミュレーション手段(23)は、その作成された仮想工場(21)に疑似生産を行わせて上記レイアウト上における生産状況および物流状況を検証可能なものとする。上記各生産設備(72)のうちの幾つかは、複数台並べられて生産ライン(71)を構成するものであって、この生産ライン(71)の構成要素となる複数の生産設備(72)が、共通仕様の本体機械(75)に対してモジュラーユニット(76)を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機である。上記シミュレーション手段(23)は、生産設備(72)のモジュラーユニット(76)の交換を含む生産ライン(71)の各種変更に応じた検証が可能なものとする。

【0007】上記仮想工場作成手段(22)は、設備データベースに登録された生産設備(72)の本体機械(75)の情報およびモジュラーユニット(76)の情報により、モジュラーユニット(76)を組み換えた各種のユニット構成専用機のモデルを作成可能なものとするのが好ましい。

【0008】上記仮想工場(21)は、個々の設備(72)、(73)のモデルである複数の仮想設備(31)、(32)を含み、上記シミュレーション手段(23)は、各仮想設備(31)、(32)を検証する設備シミュレーション部(34)、(35)と、個々の設備シミュレーション部(34)、(35)による検証結果を統合してレイアウト上に示す全体シミュレーション部(36)とを有するものであっても良い。

【0009】生産設備(72)の仮想設備(31)に対

する設備シミュレーション部(34)は、生産設備(72)の設定可能な調整条件および運転条件が設定可能で、その設定された調整条件および運転条件に応じた検証が可能なものであることが好ましい。物流設備(73)の仮想設備(32)に対する設備シミュレーション部(35)も、物流設備(73)の設定可能な調整条件および運転条件が設定可能で、その設定された調整条件および運転条件に応じた検証が可能なものであることが好ましい。

【0010】この発明の仮想工場・遠隔監視連携システムは、この発明の上記いずれかの構成の仮想工場システム(11)と、この仮想工場システム(11)に対応する実在工場(4)を遠隔監視する遠隔監視システム(51)と、これら仮想工場システム(11)と遠隔監視システム(51)との連携処理を行う連携手段とを備えたものである。この構成の場合、仮想工場システム(11)と遠隔監視システム(51)との連携処理を行う連携手段を設けたため、シミュレーションの結果をより効果的に遠隔監視に利用できて、構築された工場の遠隔監視を適切に行える。

【0011】この仮想工場・遠隔監視連携システムにおいて、上記遠隔監視システム(51)は、遠隔保守が可能なるものであることが好ましい。

【0012】また、上記遠隔監視システム(51)は、遠隔監視および遠隔保守を対話式に可能なものであって、表示装置の同一画面上に、監視対象の設備の画像と、工場側のオペレータの画像と、監視または遠隔保守に必要な文字情報とが並べて表示可能なものであっても良い。また、遠隔監視システム(51)は、音声を伝えることが可能なものであることがより望ましい。

【0013】この発明の仮想工場システムおよび仮想工場・遠隔監視連携システムにおける工場の生産対象製品は転動体を有する機械部品であっても良い。このような機械部品としては、転がり軸受や等速ジョイントがある。

【0014】この発明の工場・検証システム複合体は、実在工場(4)と仮想工場システム(11)とで構成されるものである。実在工場(4)は、生産設備(72)および物流設備で構成される生産ライン(71)を有し、ライン構成要素となる複数の生産設備(72)が、互いに共通の本体機械(75)に対してモジュラーユニット(76)を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機である。仮想工場システム(11)は、この発明における上記いずれかの構成のものである。この構成の工場・検証システム複合体は、実在工場(4)のライン構成要素となる複数の生産設備(72)が、互いに共通の本体機械(75)に対してモジュラーユニット(76)を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機であるため、モジュラーユニット(76)の交換によって、生産ライン(71)の工程変更が簡単に行える。このような

工程変更が簡単に行える生産設備(72)と、この発明の仮想工場システム(11)とを組み合わせたため、工場の開発期間の短縮と生産の最適化を図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態を図面と共に説明する。まず、図1と共に仮想工場システム11を説明する。仮想工場システム11は、生産ラインの新規立ち上げ、変更、既設ラインの再構築等に際して、シミュレーションによる生産性等の検証を行うシステムである。仮想工場システム11と遠隔監視システム51とで、工場設備の設計・稼働支援システム50が構成される。仮想工場システム11は、工場4をデータモデル化した仮想工場21を作成する仮想工場作成手段22と、その作成された仮想工場21に疑似生産を行わせて少なくとも生産状況および物流状況を検証するシミュレーション手段23とを備える。仮想工場システム11は、この他に評価手段24、工場展開支援手段25、および通信手段26を有する。

【0016】データモデルとする仮想工場21は、一つの生産ライン71だけで構成される工場4を対象としたものであっても、多数の生産ライン71を含む工場4を対象としたものであっても良い。例えば図16に示すような多数の生産ライン71を含む工場4を対象とする場合、工場4を複数のエリアEに分け、各エリアE毎に仮想工場21を設けても良い。

【0017】仮想工場21は、工場4の各生産設備72および物流設備73の機能、およびこれらの設備72、73のレイアウト情報を有するモデルとされる。生産設備72は、物を生産する設備一般を言い、工作機械や、板金加工機、組立機、検査機、熱処理等の処理を行う設備を含む。物流設備73は、工場内で物を運搬する装置および保管する設備一般を言う。物流設備73には、生産設備72と共に生産ライン71を構成するものと、ライン外のものがある。物流設備73には、生産設備72の間で物を搬送するコンベヤ等の搬送装置や、生産ライン間で物を搬送する無人搬送台車、有人で運転するフォークリフトリフト、自動倉庫も含まれる。工場4におけるいずれか複数台の生産設備72は、共通仕様の本体機械75に対してモジュラーユニット76を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機とされていて、生産ライン71の工程変更が可能とされている。ユニット構成専用機の詳細、および工程変更については、後に説明する。

【0018】仮想工場21は、工場内における各生産設備および物流設備にそれぞれ対応するデータモデルである仮想設備31、32、および各設備のレイアウト情報33により構成される。仮想設備31、32は、その実機設備の機能のデータと、その設備に設定可能な段取り条件、および運転条件のデータを有する。運転条件は、

実機設備においてパラメータで設定される場合は、その設定可能なパラメータの種類、設定範囲のデータを有するものが望ましい。仮想設備31は、実機設備の制御盤の機能のデータを有するものとされ、実機設備が運転プログラムにより数値制御されるものである場合は、その運転プログラムを含むものとされる。仮想設備31、32のうち、生産設備に対応する仮想設備31は、運転条件として加工条件の情報を有するものとされる。仮想設備31、32は、実機設備の形状のデータを有するものとされる。この形状のデータは、画面表示手段に表示するためのデータであっても良い。

【0019】図2は仮想設備31の具体例を示す。仮想設備31は、その設備自体の情報群である設備情報部31aと、設備に対して設定される情報群である設定情報部31bとを有する。設備情報部31aには、設備の構造に関する設備構造情報、設備の機能に関する設備機能情報、設備の制御装置に関する情報である制御装置情報、および設備の形状に関する形状情報が設けられ、また必要に応じて設備の互換品に対する情報である互換情報が設けられる。設定情報部31bには、設備の据付け調整やその他の各部の調整を行う情報である調整情報と、設備の本体または設備の制御装置に設定する条件の情報である条件設定情報等が設けられる。

【0020】図1において、シミュレーション手段23は、仮想工場21に疑似生産を行わせてレイアウト上における生産状況と、この生産の結果により生じる物流状況をシミュレーションする機能を有するものである。シミュレーション手段23は、個々の仮想設備31、32のシミュレーションを行う設備シミュレーション部34、35と、個々の設備シミュレーション部34、35による検証結果を統合してレイアウト上に示す全体シミュレーション部36とを有する。シミュレーション手段23は、表示装置の画面上に、疑似生産の結果を、レイアウト図と、このレイアウト図上に各部における物の流れ状況を示す表示部とを表示する機能を備える。レイアウト図は、3次元モデルで表示されるものとするのが好ましい。物の流れ状況を示す表示部は、例えばレイアウト図における各位置にワークを積み重ねた図を示し、その積み重ね数によってワーク量を示すものとしても良く、また各位置に棒グラフ等のグラフで示すものであっても良い。シミュレーション手段23は、仮想工場21の全体から、各設備または設備の構成部分にわたって、階層的に順次小さい部分を拡大して表示可能なものとするのが好ましい。各設備の図も3次元モデルで表示可能とすることが好ましい。シミュレーション手段23による仮想工場21の全体のレイアウトの画面表示例、および複数の隣接した生産ラインからなる生産システムの画面表示例を図9、図10にそれぞれ示す。これらの図において、表示される画像には、実在の設備に付した符号と同じ符号を付した。

【0021】図1において、仮想工場作成手段22は、設備データベースに登録された設備に関するデータから、シミュレーション手段23によりシミュレーションが可能なデータモデルの仮想工場21を作成する手段である。評価手段24は、シミュレーションの結果に対して所定の評価、例えばコストや、生産性、作業者の作業性等の評価を行う手段である。工場展開支援手段25は、工場展開に際して、仮想工場システム11で得られた情報を利用し易くするための支援を行う手段である。

【0022】図3は、仮想工場システム11を含む工場設備の設計・稼働支援システム50のハードウェア構成例の一つを示す。事業所2内のローカルエリアネットワーク60に、仮想工場システム11および遠隔監視システム51をそれぞれ構成するコンピュータと、設備データベース17および製品データベース18を構成するコンピュータが接続されている。仮想工場システム11および遠隔監視システム51は、同図では一つで代表して示しているが、これらのシステム11、51は複数台のコンピュータ上に分散して構成されたものであっても良い。また各データベース17、18は、論理的に一つに認識されるデータベースであれば良く、物理的に複数のデータベースで構成されるものであっても良い。ローカルエリアネットワーク60は、ファイアウォール68、ルータ69等により事業所2の外部との通信回線手段の一つである通信ネットワーク3と接続され、ウェブサーバ67により通信管理がなされている。設備データベース17は、各種の生産設備および物流設備についての情報を登録した手段であり、設備自体の情報の他に、治具、工具等の付属部品の情報も合わせて登録されている。設備データベース17は、生産設備の加工プログラムを含めて登録するものとしても良い。製品データベース18は、各種の製品の型番、形状、加工順位、材料、機能、精度等を登録した手段である。

【0023】遠隔監視システム51は、実在する工場4（図1）の設備72、73のレイアウト上における少なくとも生産状況および物流状況を遠隔監視する手段である。これら生産状況および物流状況には、仕掛り品や完成品等の在庫の状況が含まれる。上記生産状況として、生産性、および生産実績が監視できるものとする。この生産実績は、例えば、製品の生産実績の他に、仕掛り品の生産実績、部品の入荷状況や各設備の稼働状況、生産計画に対する進捗状況が含まれる。遠隔監視システム51は、実在の工場4が仮想工場21に合致して構築されたものである場合に、その遠隔監視の監視結果とシミュレーションによる検証の結果とを比較する機能を有するものとしてある。この比較の機能は、遠隔監視システム51に設ける代わりに、仮想工場システム11に設けてもよく、また両システム51、11に設け、あるいはこれらのシステム51、11とは別のシステムに設けても良い。

【0024】図4に示すように、遠隔監視システム51は、遠隔監視手段52と、監視結果分析手段53と、遠隔保守手段54とを有している。遠隔監視システム51には、さらに遠隔運転手段55を設けても良い。監視結果分析手段53は、例えば監視により得た情報を分析し、条件変更データ等の対処法を出力するものとされる。この監視結果分析手段53の分析結果出力は、例えば遠隔保守手段54に入力し、遠隔保守手段54を介して自動遠隔保守を行うものとしても良く、また上記分析結果出力を技術者に遠隔保守の支援情報として示すようにしても良い。

【0025】図5は、遠隔監視システム51による監視の概念を示す。この遠隔監視システム51は、画像、音声、機械発生信号等による監視と遠隔保守が可能なものとされている。監視対象となる工場4内の各生産設備72および物流設備73に対して、監視センサ類63が設けられている。監視センサ類63として、例えばモニタカメラ63a、マイク63b、および設備内センサ63cがある。モニタカメラ63aは、生産設備72の稼働状況を撮像するものと、物流設備73における素材、製品等の流れを撮像するものがある。マイク63bとして、生産設備72の周辺音や設備が発生する音を録音するものと、物流設備73を録音するものがある。設備内センサ63cは、各設備72、73に設けられて設備内の状況を検出するものであり、その設備の制御のために用いられるセンサ類であっても良い。設備内センサ63cは、例えばモータ類の回転速度検出手段や、電流計、リミットスイッチ類、温度センサ、振動センサ、マイク等がある。設備内センサ63cは、同図では各設備72に代表して1個だけを示したが、一般には複数設けられる。これらの監視センサ類63は、工場4内のローカルエリアネットワーク61を介して、工場外の通信ネットワーク3に接続され、遠隔監視システム51を設置した事業所2内のローカルエリアネットワーク60に接続される。

【0026】遠隔監視システム51は、それぞれオペレータが操作する工場4側の対話式端末機52と、監視側の対話式端末機53とで、対話式に遠隔監視および遠隔保守が可能なものとされている。これら対話式端末機52、53は、独立したコンピュータであっても、制御盤に付設されたものであっても良く、オペレータを撮像するカメラ52a、53aおよびオペレータの声を伝えるマイク52b、53bを有している。

【0027】図6は、監視側の対話式端末機53における表示装置の画面例であり、監視対象の設備の画像54aと、工場側のオペレータの画像54bと、文字情報54cとが並べて表示可能とされている。文字情報54cは、監視または遠隔保守に必要な設備のデータである。これらの画像54a、54bおよび文字情報54cの表示部分は、ウィンドウによって分けられていても、また

同じウィンドウ内にフレームによって分けられていても良い。工場側の対話式端末機52も、監視側の対話式端末機53と同様に、監視対象の設備の画像と、監視側のオペレータの画像と、文字情報とが並べて表示可能とされている。

【0028】図7に示すように、仮想工場システム11と遠隔監視システム51とは、互いに連携手段66によって連携しており、これら仮想工場システム11と遠隔監視システム51とで仮想工場・遠隔監視連携システム56が構成される。連携手段66は、仮想工場システム11によるシミュレーションに基づく検証結果と、遠隔監視システム51による遠隔監視結果との比較を行うものとされる。連携手段66は、遠隔監視システム51を構成するものとしても良く、また仮想工場システム11を構成するものとしても良い。上記検証結果と遠隔監視結果との比較は、直接の比較でなくとも良く、検証結果を評価した評価結果と、遠隔監視結果を分析した分析結果との比較であっても良い。また、連携手段66は、上記比較による差を求め、また比較結果により判別した差に応じた所定の処理を行う機能を有するものとしてある。連携手段66は、仮想工場システム11におけるシミュレーション時の表示装置の画面内容と、遠隔監視システム51における遠隔監視時の表示装置の画面内容との統一を図るものであっても良い。その統一した画面例を、仮想工場システム11および遠隔監視システム51のより詳細な例と共に説明する。

【0029】図8に示すように、仮想工場システム11は、表示装置11aの画面上に、シミュレーション時の設備のモデル画像57aと、その設備の制御装置における操作盤のモデル画像57bとが表示可能とされている。仮想工場システム11は、この操作盤のモデル画像57bをマウス等のポインティングデバイス等で指定して、実際の操作盤に対応した条件設定、およびシミュレーション時の仮想設備の操作等が行えるものとしてある。遠隔監視システム51は、実在の設備またはそのモデル化した設備画像58aと、その設備の実在の操作盤またはモデル化した操作盤の画像58bとが表示可能とされている。また、遠隔監視システム51は、操作盤の画像58bをポインティングデバイス等で指定して、実際の操作盤に対応した条件設定や設備運転の操作が可能とされている。このような仮想工場システム11と遠隔監視システム51の画面の統一化が、連携手段66（図7）によって行われる。遠隔監視システム51が設備や操作盤を、撮像画像そのままではなく、モデル画像で示す場合は、連携手段66は、その画像を仮想工場システム11における画像と統一させたものとする。また、連携手段66は、仮想工場システム11におけるシミュレーション画面と、遠隔監視システム51における監視画面とを、同じ表示装置または隣接した表示装置に表示させるものとしても良い。

【0030】つぎに、図11と共に、工場設備の設計・稼働方法を説明する。この方法は、同図(A)のように設備、設備群があって、新規商品の開発や生産計画の都合などに対応して(同図(C))、実在工場(同図(B))の生産ラインの新規立ち上げ、ライン変更等を行い、その実在工場を稼働させる方法である。同図(A)の設備、設備群は、既に実在工場に設置され、あるいは保管されたものであっても、設計過程のものであっても良い。これらの設備のうち、生産設備の一部または全体は、図1と共に前述したユニット構成専用機とされている。この工場設備の設計・稼働方法は、仮想工場検証過程(S1)と、工場展開過程(S2)と、遠隔監視過程(S3)とを含む。この工場設備の設計・稼働方法は、後に説明する広域工場生産管理システムに応用される。

【0031】仮想工場検証過程(S1)では、一部または全体が新しく設計された工場4(図1)の各生産設備72および物流設備73の機能およびこれらの設備のレイアウト情報33により構成されるモデルである仮想工場21を作成する。この仮想工場21に、シミュレーション手段23により疑似生産を行わせて上記レイアウト上における各種状況を検証する。上記疑似生産のシミュレーションは、可能な限り、実在の工場4に近い検証が行えるものとするのが好ましいが、少なくとも各設備72、73のレイアウト上における生産状況および物流状況をシミュレーションできるようにする。シミュレーションの結果は、図9や図10に例示する工場4の全体のレイアウトや、工場4の一部の生産ライン71の3次元モデル上において、素材や生産物であるワークの生産量、流れ状況が、図、記号、文字、数値等で観察できるように表示する。このようにしてレイアウト上における生産状況および物流状況をシミュレーションすることにより、生産ライン71中の効率の悪い箇所を探し出すことができ、その箇所の改善を図ることで、生産ライン71の全体を効率を向上させることができる。また、疑似生産のシミュレーションは、各設備72、73の調整条件や運転条件の設定を行い、その設定された条件に従った疑似生産を行わせるようにする。例えば、段取り、制御パラメータ、運転タクト等の設定を行って疑似生産させる。生産設備がNC装置の制御装置によりプログラム制御されるものである場合は、実際の加工プログラム等の運転プログラムによる疑似生産を行わせることが好ましい。運転プログラムの実行速度は、シミュレーションのために実際よりは速めるようにしても良い。シミュレーション手段23(図1)における全体シミュレーション部36は、生産ライン71における一部で遅れが生じ、その遅れが後工程に影響する場合は、その影響をシミュレーション結果に反映させるようにする。

【0032】シミュレーションによる事前検証では、レイアウト上でのワークの生産状況、物流状況として、生

産ライン71上だけでなく、生産ライン間や工場内での仕掛け品の輸送、人の稼働状況も検証することが好ましい。また、シミュレーションによる事前検証では、生産される製品の品質と設定条件との関係、生産性と設定条件との関係、およびこれら品質、生産性、設計条件の相互関係を検証することが好ましい。このようにして、シミュレーションによる事前検証により、レイアウト上の生産状況、物流状況の検証、ネック工程の洗い出し、加工方法、加工工程、加工条件の最適化の検証、物流、在庫量評価、人作業効率の検証、生産性評価、製造原価の算出等を行う。

【0033】仮想工場検証過程(S1)では、工場設計された内容が満足できないものである場合は、各種設定条件を変更したり、必要な場合には生産ライン71の工程変更を行って検証を行う。生産ライン71の工程変更の検証は、生産ライン71が生産設備72の形態の変更による工程の変更が可能な場合は、その形態変更に応じた検証を行う。例えば、生産設備72がユニット構成専用機の場合は、そのモジュールユニット76の交換により工程変更した場合の検証を行う。

【0034】仮想工場検証過程(S1)では、稼働カレンダー条件に従った検証や、設備の異常に応じた検証も行うことが好ましい。稼働カレンダー条件は、1年における休日の条件、1日における始業時刻、終業時刻、昼休み等の途中休憩時間等の条件である。

【0035】工場展開過程(S2)では、上記のように検証された仮想工場21に合致した各設備72、73およびレイアウトの実在の工場4を構築する。各設備72、73の設定内容もシミュレーション時の設定内容とする。工場展開過程(S2)において、仮想工場検証過程(S1)で設定された運転条件の情報は、生産設備72の制御装置にデータ通信手段を介して転送により設定しても良い。各設備72、73の仮想工場検証過程(S1)で得られた据え付け条件は、実在の工場4の設備72、73の付近にある情報処理装置や携帯型の情報処理装置に図や文字の表示による指示するようにすると、据え付けが簡単に正しく行える。

【0036】遠隔監視過程(S3)では、上記の仮想工場検証過程(S1)および工場展開過程(S2)を経て構築された実在の工場4の各種の遠隔監視を行う。例えば、各設備72、73のレイアウト上における生産状況および物流状況を遠隔監視し、監視結果と上記シミュレーションによる検証の結果とを比較する。また、各設備72、73の稼働状況、生産されたワークの品質等の遠隔監視も行う。この遠隔監視過程(S3)では、監視結果を用いて上記設備72、73の遠隔保守を行うことが好ましく、さらに上記設備72、73の遠隔運転を行うようにしても良い。遠隔保守は、運転条件、加工条件、パラメータの遠隔変更や、これらの変更条件を工場4にある情報処理機器上に指示する処理等である。遠隔監視

過程(S3)では、監視結果とシミュレーション時の検証結果とに差がある場合に、上記シミュレーション手段23により、再度、仮想工場21に疑似生産を行わせて検証を行い、検証結果に応じて遠隔保守を行うようにしても良い。上記の再度の疑似生産時には、工場展開時とは設定条件等を適宜変えて行うようにしても良い。

【0037】この仮想工場システム11および遠隔監視システム51を用いる工場4で生産する対象製品が転動体を有する機械部品、例えば転がり軸受または等速ジョイントであって、生産設備72の一つが研削盤である場合の設定条件、監視内容の例を説明する。このような研削盤の場合、運転条件または加工条件として、工具回転数や工具送り速度、工具送り量、ドレス条件、主軸回転数等が設定される。また、被加工物の条件として、製品名称、重量、溝研削幅、比熱、膨張係数、各部の寸法精度等が設定される。さらに加工状態を把握する情報として、加工動力、加工中の製品寸法、加工温度、加工時間等が設定される。遠隔監視は、このような条件についての監視が行われる。これらの条件を遠隔監視し、遠隔操作で設定変更可能とすることにより、種々の不具合等に対して遠隔保守が行える。

【0038】このように、仮想工場システム11を用いることにより、工場全体の検証が簡単に行える。そのため、効率の良い生産ラインの新規立ち上げや、既設ラインの工程変更等の工場展開が、簡単に短時間ででき、工場展開後のやり直しを不要とすることができる。特に、生産設備72として、ユニット構成専用機等の変更の自由度が高いものを準備し、生産ライン71の工程変更を行った場合の検証を仮想工場システム11で行えるようにした場合は、工場展開を行うための開発期間が大幅に短期化される。また、シミュレーションにより検証された仮想工場システム11に合致した実在の工場4を構築し、その実在工場を遠隔監視して監視結果とシミュレーション時の検証結果とを比較するため、シミュレーションの結果を効果的に遠隔監視に利用できて、構築された工場4の遠隔監視を適切に行える。例えば、遠隔監視の結果とシミュレーションの結果とに差がある場合に、仮想工場21の設定条件等を変えた再度のシミュレーションを行い、適切な保守を行うことができる。遠隔監視システム51による遠隔監視においては、遠隔保守機能を備えるものとするにより、遠隔地の専門技術者や、高度な分析機器を用い、監視結果から適切な保守を迅速に行うことができる。これにより、各工場4の生産技術力を高めることができる。

【0039】図12～図15と共に、仮想工場システムを用いた広域工場生産管理システム1について説明する。この広域工場生産管理システム1は、世界各国の生産拠点となる工場4の生産管理、生産技術支援を統括的に行うものである。この広域工場生産管理システム1は、仮想工場システムを用いた生産管理システムであ

り、生産管理、技術管理を統括的に行う生産技術部門、生産統括部門等を含む事業所2に設置されている。広域工場生産管理システム1は通信ネットワーク3を介して各地の工場4および営業所5等の事業所に接続され、この他に各地の物流事業所6、個人の扱う情報端末である携帯端末7、および部品メーカー等の資材業者事業所8にも接続されている。各地の工場4は世界各国に設置された工場である。

【0040】通信ネットワーク3は、インターネットであっても、専用回線網であっても、仮想閉域網(VPN(virtual private network))であってもよい。通信ネットワーク3は、例えばセキュリティを確保した上でインターネットを経由して各事業所のローカルエリアネットワークに接続する形態であるインターネットVPN等が用いられる。

【0041】図13に示すように、広域工場生産管理システム1は、各地の実在の工場4にそれぞれ対応する複数の仮想工場システム11を統合した統合仮想工場システム12を備える。統合仮想工場システム12は、実在の工場4に対応する仮想工場システム11の他に、新規に構築する工場に対応する仮想工場システム11を備える。広域工場生産管理システム1は、この他に各地の実在の工場4を遠隔監視する統合遠隔監視システム13と、各営業所5の受注情報を統括して管理する受注統括管理システム14と、各地の物流状況を統括して監視する物流統括監視システム15と、生産計画手段16と、各種のデータベース(同図には図示せず)とを備える。統合遠隔監視システム13は、各実在の工場4とそれぞれ対応する遠隔監視システム51の集合体として構成される。上記仮想工場システム11および遠隔監視システム51は、図1ないし図11と共に前述の構成のものである。なお、統合仮想工場システム12および統合遠隔監視システム13は、それぞれの統合に伴い、仮想工場システム11の構成部分を共用し、また遠隔監視システム51の構成部分を共用したものであっても良い。

【0042】図14は広域工場生産管理システム1のハードウェア構成例を示す。広域工場生産管理システム1は、図1の工場設備の設計・稼働支援システムを統合し、発展させたものである。ローカルエリアネットワーク60上の各コンピュータに、統合仮想工場システム12、統合遠隔監視システム13、受注統括管理システム14、物流統括管理システム15、および生産計画手段16が設けられている。また、このローカルエリアネットワーク60上に、各種のデータベース、例えば設備統括データベース17A、製品統括データベース18、受注統括データベース19、物流統括データベース20、および仮想工場データベース64が接続されている。

【0043】受注統括管理システム14は、受注に関する事業所である各営業所5の受注情報を統括的に一元管理する手段である。営業所5は世界各国に散在する全て

の営業所であり、規模を問わない。営業所5は、個人の端末であっても、また複数の営業所の受注情報を纏めた大規模な営業所であっても良い。受注統括管理システム14により管理する受注情報は、製品の種類、数量、納入価格、納期、納入場所、互換品可能情報、特別事情等の各情報が含まれる。これらの受注情報が、受注統括管理システム14によって受注統括データベース19に登録され、管理される。

【0044】物流統括管理システム15は、物流情報として、各工場4の製品の納入先、部品、資材の入手元との間の運搬、保管に関する情報を統括的に管理するシステムである。物流統括管理システム15は、物流情報として、各工場4の製品の在庫、仕掛り品の在庫、部品、資材の在庫の情報も統括的に関する。これらの物流情報が、物流統括データベース20に物流統括管理システム15によって登録され、管理される。各製品については、全て識別符号を付しておく、何処に、何が、どれだけあるかが瞬時に把握できる。

【0045】製品統括データベース18は、各工場4で生産可能な製品についての各種の情報、例えば製品種類、製品番号、サイズ、性能、精度、その製品を製造するために必要な素材、加工方法、加工部分等の情報を登録したデータベースである。

【0046】設備統括データベース17Aは、生産計画の対象となる各地の实在の工場4における設備、その設備の段取り情報、設備の運転プログラム、個別の設備の固有情報（いわゆる「くせ」）等が登録されている。例えば、設備統括データベース17Aは、各工場4に既に設置されている各設備および保管されている設備についての種類、性能、寸法、段取り変更等の情報や、その設置された設備の工場毎または生産ライン毎のレイアウト情報が登録されている。設備統括データベース17Aは、設備がモジュラーユニット76の交換等によって形態変更可能なものである場合は、その変更できる形態についての情報も登録される。設備統括データベース17Aは、いずれの工場4にも実際に設置されていなくても、設置の検討対象となる設備についての情報も登録される。

【0047】仮想工場データベース64は、統合仮想工場システム12によって作成されたデータモデルである各仮想工場21の情報を、その設定情報を含めて登録したデータベースである。

【0048】統合遠隔監視システム13は、实在の工場4における少なくとも生産実績、仕掛り品状況、部品入荷状況、在庫状況、および稼働状況の情報を得るものとしてある。また、統合遠隔監視システム13により集められた工場データは、稼働状況データベース65にそのまま、またはデータ処理して蓄積される。統合遠隔監視システム13の各遠隔監視システム51は、上述の各遠隔監視機能および遠隔保守機能を備えたものであること

が好ましい。統合遠隔監視システム13の各遠隔監視システム51がこのような機能を備えるものとするにより、各工場の監視および保守の一元管理が行える。

【0049】生産計画手段16は、統合遠隔監視システム13、受注統括管理システム14、および物流統括監視システム15から得られる情報に応じて、統合仮想工場システム12による検証を行わせ、検証結果に応じて各实在の工場4に分担させる生産計画を自動的に生成する手段である。

【0050】生産計画手段16は、図15に示すように、生産計画立案部16a、計画修正部16b、生産指示部16c、および生産管理部16dを有する。生産計画立案部16aは、統合遠隔監視システム13、受注統括管理システム14、および物流統括監視システム15から得られる情報に応じて、統合仮想工場システム12による検証を行わせ、設定された生産計画規則16aaに従って生産計画を自動立案する手段である。生産計画は、各工場4に振り分けて行う生産計画である。生産計画規則16aaは、生産コスト、各工場4の生産能力、物流、材料、税金等の定められた項目に対して、重要度を加味し、選択手順を設定したものである。生産計画立案部16aは、各地の实在の工場4が、所定の基準にしたがって工程変更可能であるか否かを判断し、工程変更可能である場合に、種々の工程変更をした場合の生産状況の検証を、統合仮想工場システム12に行わせ、そのうえで上記の生産計画規則16aaに従った生産計画の立案を行うものとしてある。また生産計画立案部16aは、定められた範囲で、各設備の治具、工具の段取り替え、設定条件の変更、運転プログラムの変更等を含めた検証を統合仮想工場システム12に行わせ、生産計画規則16aaに従った生産計画の立案を行うものとしてある。特に、各地の实在の工場4のうちのいずれかが、生産設備72として、共通仕様の本体機械75に対してモジュラーユニット76を交換自在に組み合わせたユニット構成専用機を備え、モジュラーユニット76の交換により工程変更が可能なものである場合は、その工程変更した場合の生産状況の検証に応じた生産計画の立案を行うものとしてある。生産計画立案部16aは、製品が複数の部品からなる場合に、部品毎に生産する工場4を分ける生産計画も立案可能なものとする。

【0051】計画修正部16bは、生産計画立案部16aで立案された生産計画を、オペレータの入力により変更し、またはオペレータの入力により条件変更等の指令を与えて生産計画立案部16aに再度の立案を行わせる手段である。

【0052】生産指示部16cは、立案、決定された生産計画の各工場4ごとの生産指示Sを、対応する工場4に送信する手段である。生産指示Sには、同図(B)のように、加工技術支援情報Saが付加されるようにしても良い。特に、生産指示Sの与えられる工場4が始めて

生産する製品の場合は、加工技術支援情報 S a を付加する。加工技術支援情報 S a は、例えば、加工条件の情報、または加工条件を登録したデータベースの記憶領域のアドレス情報等である。

【0053】生産管理部 16 d は、生産計画に対比して個々の工場 4 およびこれらの工場 4 の集合の全体として、生産状況を管理する手段である。生産管理部 16 d は、統合遠隔監視システム 13 の監視の結果、不具合の設備が発生した場合に、その不具合設備による生産遅れを他の設備で補うように、生産指示 S の修正指示をいずれかの工場 4 へ送り、生産ラインの工程の変更および生産設備の加工プログラム等の動作手続きの変更を行わせる自動修復機能を有するものとしても良い。なお、不具合設備が発生した場合の自動修復が同じ工場 4 内で行える場合に対しては、統合遠隔監視手段 13 が、不具合設備による生産遅れを他の設備で補うように、生産ラインの工程の変更および生産設備の加工プログラム等の動作手続きの変更を行う自動修復機能を有するものとしても良い。

【0054】また、生産管理部 16 d は、統合遠隔監視システム 13 を介して生産の進捗状況を監視し、生産ライン 71 のラインタクトを自動調整する機能を有するものとしても良い。この自動調整機能は統合遠隔監視システム 13 に持たせても良い。例えば、個々の遠隔監視システム 51 に上記ラインタクトの自動調整機能を持たせ、各工場 4 が自立したラインタクト調整機能を有するものとしても良い。

【0055】上記のように構成された広域工場生産管理システム 1 によると、全世界を一元管理して自由度の高い生産体制が得られる。すなわち、各地の工場 4 に生産を最適に振り分け、コスト低下と、納品期間の短縮を図ることができる。また、いずれの工場 4 で生産しても、安定した品質が得られる。

【0056】以上のシステムの構成、効果の整理、補足をする。基本は次の 4 項目である。

1. 需要や生産コストに合わせ、生産場所や形態自由に変更できる生産設備。
2. 仮想工場システム 11 による最適な生産体制の設計。
3. 遠隔監視、遠隔保守による生産技術力の強化。
4. 営業、物流、生産情報の共有化、透明化による、世界的で動的な生産計画。

【0057】上記各項目の具体的内容を説明する。

(1) フレキシブルな生産体制 (ユニット構成専用機の採用、その上でのコンパクト化、インテリジェント化)。

- ・各生産拠点である工場 4 には、品種切換、工程変更、生産拠点の変更に柔軟に対応できる設備が配置されている。
- ・生産設備 72 は、コンパクトで低コスト化が図られて

いることが望ましい。

- ・全世界の設備情報や品質情報を、ネットワークを通して遠隔地から収集、分析、比較をし、全ての設備に対し最適化条件 (状態) に自動調整する。

- ・設備、設備群は自立化しており、設備情報や品質情報をもとに、表面品位、加工能率の推定を行い、設備の加工条件、ねらいに対し、フィードバック、フィードフォワードをかける。

- ・設備故障が発生した場合、周辺の設備がその工程を補完するように自動的に組み換える。

(2) 仮想工場システム 11, 統合仮想工場システム 12 による評価、設計

- ・工場 4 の全体での 3 次元モデルを用いたレイアウト検証ができる。

- ・加工シミュレーションによる評価をもとに、加工方法・工程や条件の最適化が行える。

- ・疑似生産によるネック工程の洗い出しや、在庫の評価を行い、物流の最適化を行うことができる。

- ・人作業の動作解析を行い、作業効率の最大化が図れる。

- ・総合的な検証を行い、正確な生産性や製造原価の算出ができる。

【0058】(3) 遠隔監視システム 51, 統合遠隔監視システム 13 による遠隔監視、遠隔保守。

- ・設備、設備群、工程の稼働状況、設備情報、品質情報のネットワークを通じた遠隔監視や、現地映像と音が相互で確認できる画像・音声伝達装置を用いて、遠隔地に居る技術者からの技術サポートを受けたり、設備状態の分析、評価、修正、作業指示、プログラム変更を行うことができる。

- ・遠隔監視システム 51 を全世界に 1 箇所または数箇所配置すれば、24 時間の保守を受けることができる。

- ・設備から遠隔監視システム 51 で収集した保守情報を元に、工場全体の保守計画を自動的に立案、作業指示を行うことも可能になる。

- ・生産拠点である工場 4 からは、技術部門や会社が保有する分析ツールやデータベースを、ネットワーク経由で遠隔地から使用し、設備の分析、評価を行うこともできる。

(4) 世界的生産体制。

- ・営業情報や生産進捗 (実績、物流) をリアルタイム情報として公開し、これをもとに広域工場生産管理システム 1 の生産計画手段 16 により、客先要求と生産、物流コストを考慮した生産計画を自動的に再構築し、瞬時に、国境を超えても計画の振り分けや指示を行う。

- ・工場 4 では、指示された生産計画の変更に対し、現在の計画を自動的に最も効率の良い計画に再構築し、現場へ指示する。

- ・設備、設備群の段取り情報・プログラム・生産設備別情報は、データベースのサーバで全世界一元管理または

共有化されており、生産計画に基づき、このデータサーバから必要な情報をやり取りし、工程変更、品種切替えを行う。

【0059】次に工場4および設備72、73の具体例を図16～図24と共に説明する。図16は多数の生産ライン71が設置された工場4の全体を示すレイアウト図である。この工場4は、例えば転がり軸受を生産する工場であり、生産ライン71として、軸受の内輪生産ライン、外輪生産ライン、転動体生産ライン、保持器生産ライン、軸受組立ライン等があり、各ラインはいずれも複数備えられている。物流設備73の一つとして、自動倉庫73₆が備えられている。

【0060】図17は、図16の工場4における一部の生産ライン群を示す。同図は、2本の生産ライン71(71₁、71₂)を並設した生産ライン群を示す。各生産ライン71は、それぞれ複数の生産設備72と物流設備73とで構成される。上記物流設備73として保管設備73₁と搬送装置73₂とが設けられている。この明細書で言う保管設備73₁は、投入装置など、投入等のための一時的な保管を行う機能と他の機能を兼ねる設備も含むものとする。保管設備73₁は、少量の保管を行うものであっても、大量の保管を行う自動倉庫等であっても良い。この例では、保管設備73₁は、素材、仕掛り品、または製品等のワークを保管する設備とされ、生産設備72と並べて配置されている。搬送装置73₂は、各生産設備72の間、または生産設備72と保管設備73₁との間でワークを搬送する装置である。各搬送装置73₂は、例えばコンベアまたはシュート等からなり、直線状のコンベアを配置した例を示してある。

【0061】各生産設備72は、機械加工、塑性加工、または熱処理等によって物を生産する設備であり、例えば工作機械である。図示の例は各生産ライン71₁、71₂が、それぞれ転がり軸受における内輪生産ラインおよび外輪生産ラインである。第1の生産ライン71₁における生産設備72₁、72₂、72₄は、それぞれ内輪溝研削盤、内輪内径研削盤、内輪溝超仕上げ機であり、第2の生産ライン71₂における生産設備72₃、72₅は、それぞれ外輪溝研削盤、および外輪溝超仕上げ機である。

【0062】各生産ライン71₁、71₂のライン構成要素となる生産設備72は、いずれも共通仕様の本体機械に対してモジュラーユニットを交換自在に組み合わせたユニット構成の専用機とし、これら生産設備72のモジュラーユニットを交換することにより工程の変更が可能なものとしてある。各生産設備72は、必ずしも生産ライン71における全ての生産設備72との間で共通仕様の本体機械を持つものでなくとも良く、複数台の生産設備72の間で共通仕様の本体機械を持つものであれば良い。また、ライン構成要素として、共通仕様の本体機械を持たない生産設備を含んでいても良い。この例で

は、研削盤となる3つの生産設備72₁～72₃が互いに共通の本体機械を持ち、超仕上げ機となる2つの生産設備72₄、72₅が互いに共通の本体機械を持つものとしてある。

【0063】図18～図20は、互いに共通仕様の本体機械を持つユニット構成専用機からなる生産設備72の具体例を示す。これら各図の生産設備72₁～72₃は、それぞれ図17に示した内輪溝研削盤、内輪内径研削盤、および外輪溝研削盤に構成されたものである。図21はその本体機械75を示す。これらの生産設備72は、共通仕様の本体機械75に対してモジュラーユニット76を交換自在に組み合わせたユニット構成の専用機である。共通の本体機械75は、共通のベッド77と共通のユニット78とで構成される。モジュラーユニット76および共通ユニット78にはそれぞれ各種の機能のものがある。共通ユニット78において、明細書、図面の参照符号は、各ユニットの個別種類の区別の必要な場合に、その個別種類を示す符号を用いている。

【0064】図21に示すように、共通のユニット78として、主軸台79、主軸スピンドル80、および直交2軸方向に進退駆動可能なスライドテーブル81を備える。スライドテーブル81は、ベッド77上に所定の軸方向(Z軸方向)に進退自在に設けられた第1テーブル81aと、第1テーブル81a上に上記軸方向(Z軸方向)と直交する方向(X軸方向)に進退自在に搭載された第2テーブル81bとの2段積み構成のものとされ、各軸方向のサーボボータ等の駆動源を備えている。ローディングユニット82は、共通のユニット78の一つとして本体機械75を構成するものであっても、交換自在なモジュラーユニットとして構成されたものであっても良い。ローディングユニット82を共通のユニット78とする場合は、そのローディングユニット本体を共通ユニットとし、ローダチャック82a～82c(図18～図20)等の治具類は交換自在なものとする。

【0065】図18に示すようにユニット構成専用機の生産設備72を内輪溝研削盤72₁とする場合は、共通仕様の本体機械75に対して、専用のモジュラーユニット76として、砥石スピンドル83Aと、旋回式のロータリドレッサ84Aと、ローディングユニット82に対する専用交換部品82aを組み付ける。図19に示すようにユニット構成専用機の生産設備72を内輪内径研削盤72₂とする場合は、共通仕様の本体機械75に対して、専用の砥石スピンドル83Bと、固定式のドレッサ84Bと、ローディングユニット82に対する専用交換部品82bと、アフターゲージ85Bとを組み付ける。図20に示すようにユニット構成専用機の生産設備72を外輪溝研削盤72₃とする場合は、共通仕様の本体機械75に対して、専用の砥石スピンドル83Cと、旋回式のロータリドレッサ84Cと、ローディングユニット82に対する専用交換部品82cと、アフターゲージ8

5Cとを組み付ける。

【0066】なお、各専用のモジュラーユニット76となる砥石スピンドル83A～83Cは、同じ構成のものであっても良いが、加工によって必要とされる能力が異なるため、別の機能のものを用いることが好ましい。各砥石スピンドル83A～83Cはビルトインモータ型のものとするのが望ましい。主軸スピンドル80については、ビルトインタイプであっても、モータ別タイプのものであっても良い。また、これらのモータはインバータ駆動によるものが望ましい。ローディングユニット82は、その全体をモジュラーユニット76の一つとしても良い。本体機械75におけるスライドテーブル81は、主軸位置が同じであると、必要なストローク位置が、内輪溝研削盤72₁とする場合と内輪内径研削盤72₂とする場合とで大きく異なるため、両者のいずれの場合でも対応可能なストローク範囲を持つものとする。

【0067】このように、この生産ライン71におけるユニット構成専用機の生産設備72は、共通仕様の本体機械75に対して、専用のモジュラーユニット76を組み付けることにより製作され、専用のモジュラーユニット76を交換することによって、機能の異なる専用機となる。そのため、工程変更が容易に行える。上記の例では、内輪溝研削盤72₁と、内輪内径研削盤72₂と、外輪溝研削盤72₃との相互の組み替えが自在に行える。このため、例えば図17、図22に示すように第1の生産ライン71₁において、内輪溝研削盤72₁の後工程側に並べて内輪内径研削盤72₂を配置していた構成を、図23に示すように内輪内径研削盤72₂を2台並べたライン構成とすることもできる。この場合、内径研削前のワークは、2台の内輪内径研削盤72₂に降り分けて供給し、生産ライン71₁の生産タクトを上げることができる。内輪内径研削は別の生産ラインで行う。

【0068】ローディングユニット82を共通仕様の本体機械75に設けた場合は、ローディングユニット82の搬入位置Iおよび搬出位置O（図18、図19）が定まっているため、生産設備72を別の専用機に形態変更した場合も、搬送装置73₂（図17）を同じ構成のものとすることができ、工程変更がより一層容易に行える。

【0069】図24は、この実施形態にかかる各研削盤となる生産設備72と、従来の一般的な研削盤とを比較した説明図である。同図（A）～（C）は、この実施形態における外輪溝研削盤72₃、内輪内径研削盤72₂、および内輪溝研削盤72₁をそれぞれ示し、同図（D）～（F）は従来の外輪溝研削盤、内輪内径研削盤、および内輪溝研削盤をそれぞれ示す。従来の各専用機はそれぞれ別個の設計であったが、この実施形態のものは、本体機械75の共通化による基本スタイルが統一されており、互いの形態変更が容易である。また、従来の各専用機は主軸台101を設置した切込台102と砥

石台103とが別に設けられているが、この実施形態のものは2段のスライドテーブル81を用いることにより、切込台と砥石台を一体化し、コンパクト化が図られている。また、この実施形態のものは、各スピンドル79、83A～83Cがビルトインモータ型とされ、2段型スライドテーブル81の採用と相まって、設備の小型化が図られている。

【0070】なお、ユニット構成専用機の生産設備72の共通仕様の本体機械75における主軸チャック等の治具類や工具類は、交換自在なものとする。また、モジュラーユニット76における治具類や工具類も交換自在なものとする。生産する製品の軽微な変更は、これら治具や工具類等の付属品の変更によって対処する。

【0071】図25は、上記工場4で生産される製品である転がり軸受の一例を示す。この転がり軸受100は、内輪101と外輪102の間に、複数の転動体103を介在させたものである。転動体103は保持器104に保持される。軸受両側にはシール105が設けられている。図17～図23に示す生産ライン71で上記転がり軸受100を生産する場合、図18の内輪溝研削盤72₁は、内輪101の内輪溝101aの研削を行い、図20の外輪溝研削盤72₃は、外輪102の外輪溝102aの研削を行う。

【0072】図26は、上記工場4で生産される製品の他の例となる等速ジョイントの一例を示す。この等速ジョイント200は、内輪201と外輪202の軸方向に沿うトラック溝201a、202aの間に、トルク伝達ボールである転動体203を介在させたものである。転動体203は保持器204に保持されている。外輪202の一端は開口しており、内輪201に連結された軸205との間でブーツ206を被せて密封している。外輪202の他端は軸部202bを有している。

【0073】これら転がり軸受100や等速ジョイント200等のような転動体103、203を有する機械部品の場合、量産性や、コスト、精度等の面から、製品毎、または製品種類群毎の専用の生産ラインが組まれる。また、同じ工場4において、段取り変更で対処できない製品を生産することが要求されることがあり、その場合はライン変更を行うことになる。そのため、仮想工場システム11や、上記の工場設備の設計・稼働方法、広域工場生産管理システムを採用することによるライン立ち上げの開発時間の短縮や、生産の最適化、および各地の工場4への生産振り分けを行う生産計画によるコスト低下、納期短縮等の効果が大きい。なお、工場4で生産される製品は、軸受の場合、上記の他に、ホイール用軸受（アンギュラユニット、いわゆる第2世代、第3世代、または第4世代のホイール用軸受）や、円筒ころ軸受、円錐ころ軸受などであっても良い。また、等速ジョイントでは、固定型ジョイント、摺動型ジョイント（トリボール型を含む）であっても良い。

【0074】

【発明の効果】この発明の仮想工場システムは、複数台の生産設備が、共通仕様の本体機械に対してモジュラーユニットを交換自在に組み合わせたユニット構成専用機である工場を検証するシステムであって、工場をデータモデル化した仮想工場を作成する仮想工場作成手段と、その作成された仮想工場に疑似生産を行わせて少なくとも生産状況および物流状況を検証するシミュレーション手段とを備え、上記シミュレーション手段は、生産設備のモジュラーユニットを交換した場合の生産状況および物流状況の検証が可能なものとしたため、新規製品や製品の変更等に対する生産ラインの新規立ち上げ、既設ラインの工程変更等が簡単に行え、また工場全体の検証が簡単に行えて、効率の良い生産ラインの開発、および開発期間の短期化が図れる。この発明の仮想工場・遠隔監視連携システムは、この発明の仮想工場システムと、この仮想工場システムに対応する実在工場を遠隔監視する遠隔監視システムと、これら仮想工場システムと遠隔監視システムとの連携処理を行う連携手段とを備えたものであるため、シミュレーションによる検証結果が効果的に利用できて、工場の遠隔監視を適切に行うことができる。この発明の工場・検証システム複合体は、実在工場と仮想工場システムとで構成される工場・検証システム複合体であって、上記実在工場は、生産設備および物流設備で構成される生産ラインを有し、ライン構成要素となる複数の生産設備が、互いに共通の本体機械に対してモジュラーユニットを交換自在に組み合わせたユニット構成専用機であり、上記仮想工場システムがこの発明の仮想工場システムであるため、工場の開発期間の短縮と生産の最適化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態にかかる仮想工場システムの概念構成の説明図である。

【図2】その仮想工場の概念構成の説明図である。

【図3】同仮想工場システムを用いた設計稼働・支援システムの概念構成を示す説明図である。

【図4】遠隔監視システムの概念構成を示す説明図である。

【図5】遠隔監視システムの構成説明図である。

【図6】遠隔監視システムにおける対話画面例の説明図である。

【図7】仮想システム・遠隔監視連携手段の概念構成の説明図である。

【図8】仮想工場システムと遠隔監視システムの画面例を対比する説明図である。

【図9】仮想工場システムのレイアウト表示画面例の説明図である。

【図10】仮想工場システムの生産ライン表示画面例の説明図である。

【図11】同仮想工場システムを用いる工場設備の設計

・稼働方法の概念を示す工程説明図である。

【図12】広域工場生産管理システムとその関係要素との通信関係の概念を示す説明図である。

【図13】広域工場生産管理システムの概念構成の説明図である。

【図14】広域工場生産管理システムのハードウェア構成例の説明図である。

【図15】生産計画手段の概念構成を示すブロック図、およびその生産指示の説明図である。

【図16】実在工場のレイアウト例の説明図である。

【図17】実在工場における生産ラインを並設したレイアウト部分の説明図である。

【図18】同生産ラインにおける生産設備を内輪溝研削盤としたユニット構成専用機の斜視図である。

【図19】同生産設備を内輪内径研削盤としたユニット構成専用機の斜視図である。

【図20】同生産設備を外輪溝研削盤としたユニット構成専用機の斜視図である。

【図21】同生産設備における共通仕様の本体機械の説明図である。

【図22】同生産ラインの一部を示す斜視図である。

【図23】同生産ラインの工程変更例を示す斜視図である。

【図24】同生産ラインの各生産設備を従来設備と比較して示す平面図である。

【図25】同工場で生産される製品例である転がり軸受の断面図である。

【図26】同工場で生産される製品例である等速ジョイントの断面図である。

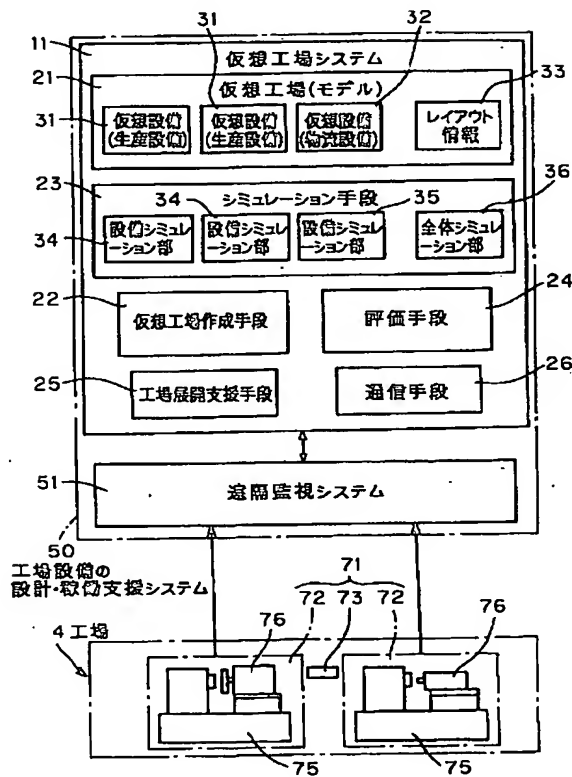
【符号の説明】

- 1…広域工場生産管理システム
- 2…事業所
- 3…通信ネットワーク
- 4…実在の工場
- 5…営業所
- 6…物流事業所
- 7…携帯端末
- 8…資材業者事業所
- 11…仮想工場システム
- 12…統合仮想工場システム
- 13…統合遠隔監視システム
- 14…受注統括管理システム
- 15…物流統括管理システム
- 16…生産計画手段
- 17…設備データベース
- 17A…設備統括データベース
- 18…製品データベース
- 19…受注統括データベース
- 20…物流統括データベース
- 21…仮想工場

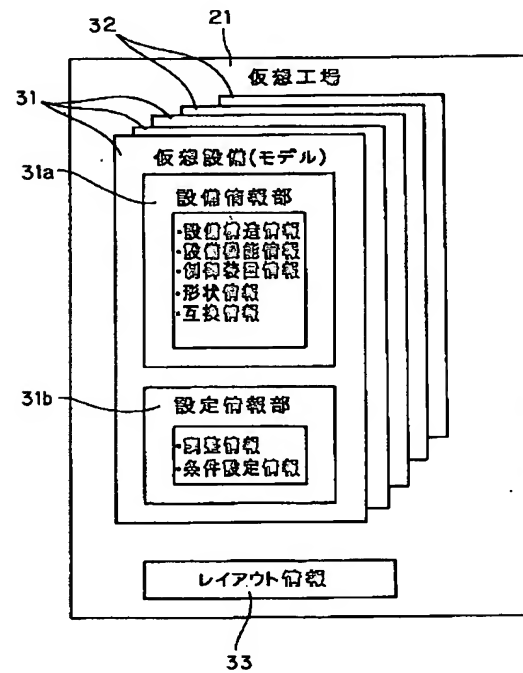
22…仮想工場作成手段
 23…シミュレーション手段
 24…評価手段
 25…工場展開支援手段
 26…通信手段
 31, 32…仮想設備
 33…レイアウト情報
 34, 35…設備シミュレーション部
 36…全体シミュレーション部
 50…工場設備の設計・稼働支援システム
 51…遠隔監視システム
 52…遠隔監視手段
 53…監視結果分析手段
 54…遠隔保守手段
 55…遠隔運転手段

56…仮想工場・遠隔監視連携システム
 60, 61…ローカルエリアネットワーク
 64…仮想工場データベース
 65…稼働状況データベース
 66…連携手段
 67…ウェブサーバ
 68…ファイアウォール
 69…ルータ
 71…生産ライン
 72…生産設備
 73…物流設備
 75…本体機械
 76…モジュールユニット
 100…転がり軸受
 200…等速ジョイント

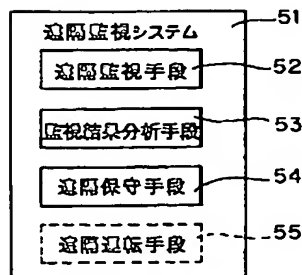
【図1】



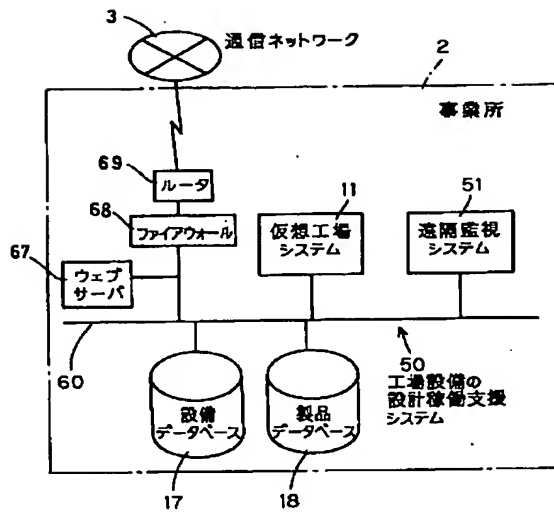
【図2】



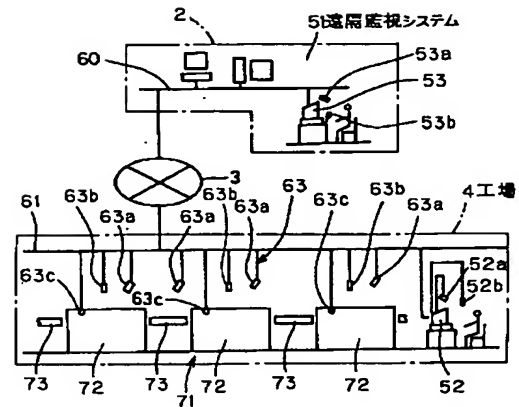
【図4】



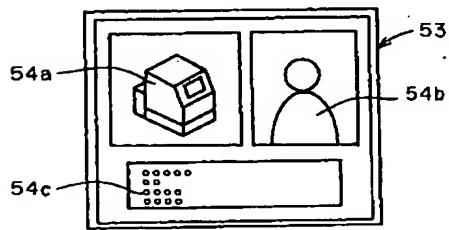
【図3】



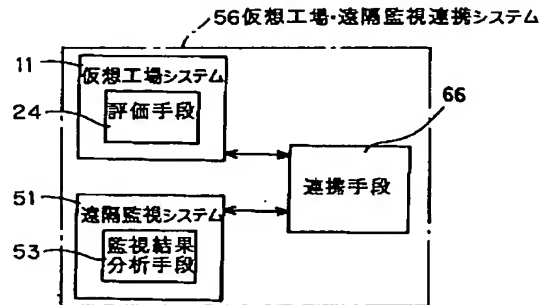
【図5】



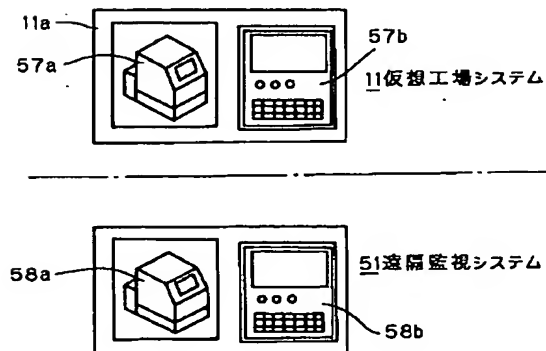
【図6】



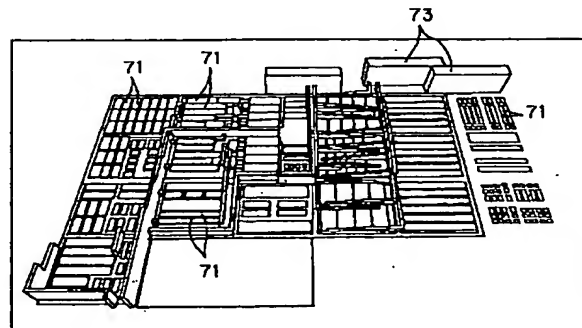
【図7】



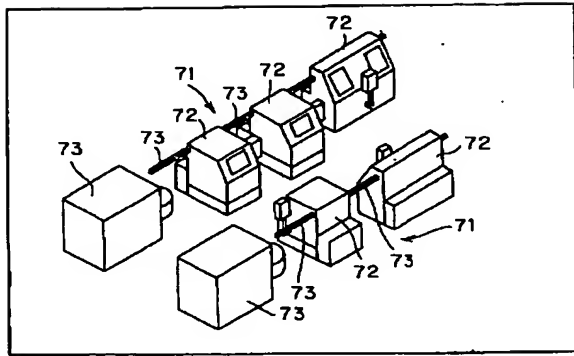
【図8】



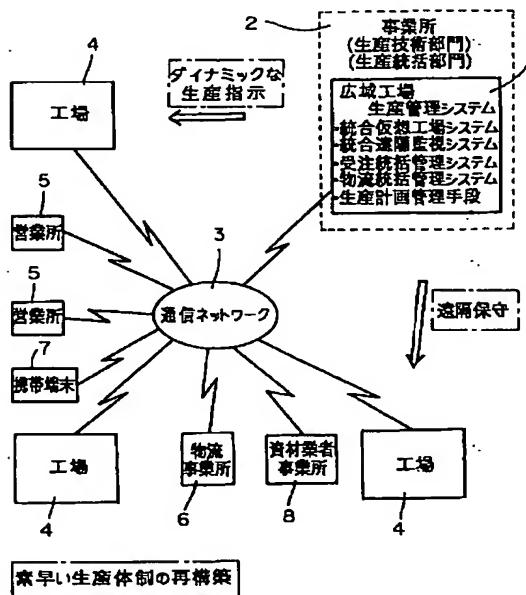
【図9】



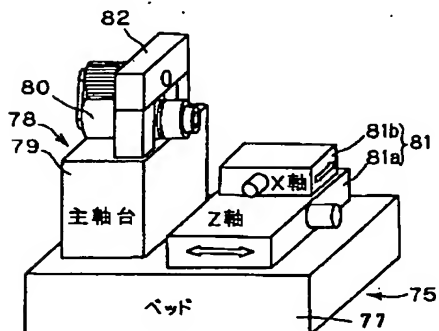
【図10】



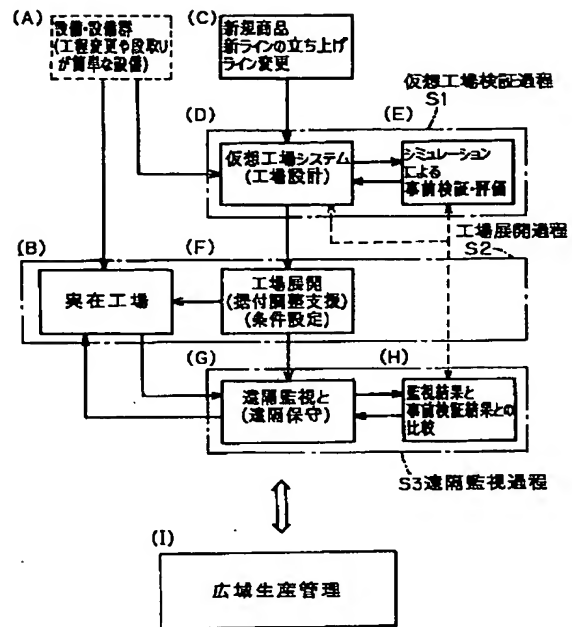
【図12】



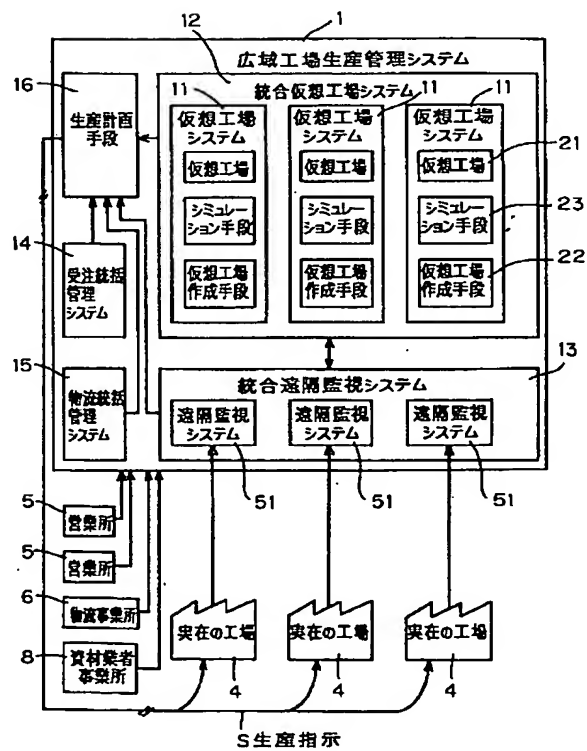
【図21】



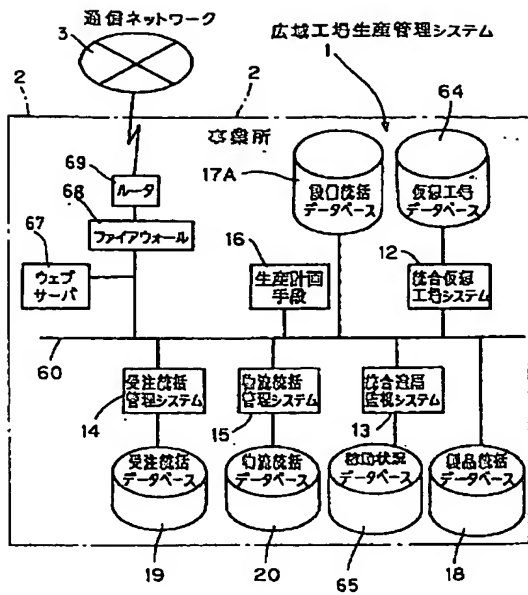
【図11】



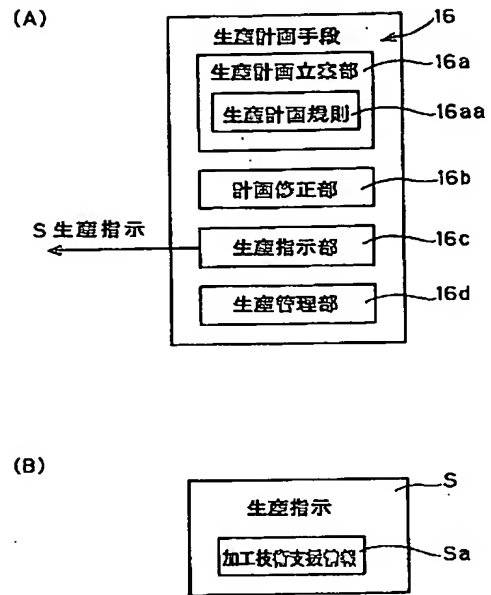
【図13】



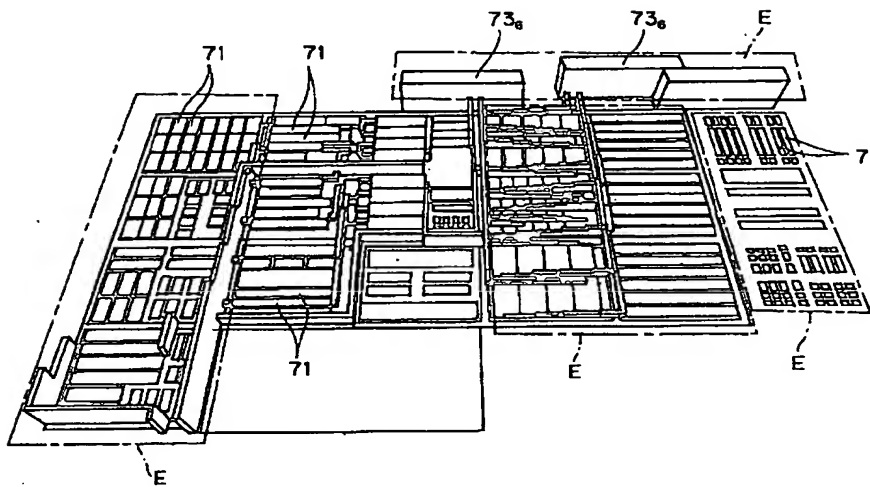
【図14】



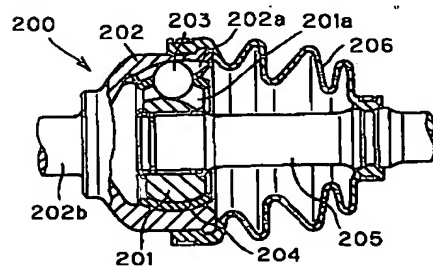
【図15】



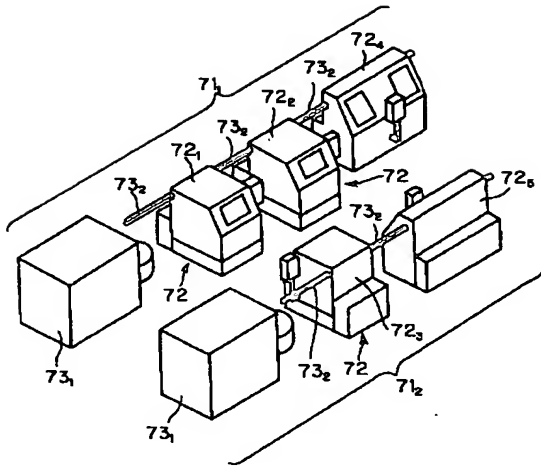
【図16】



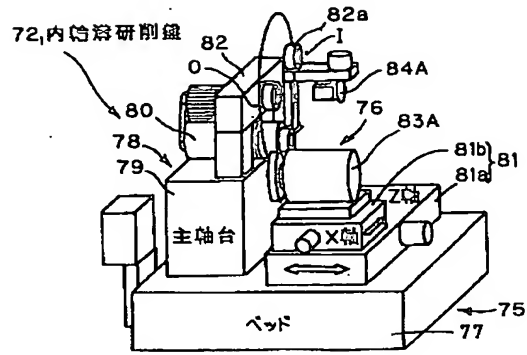
【図26】



【図17】

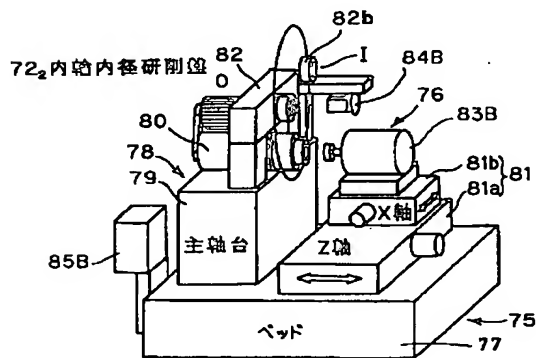


【図18】

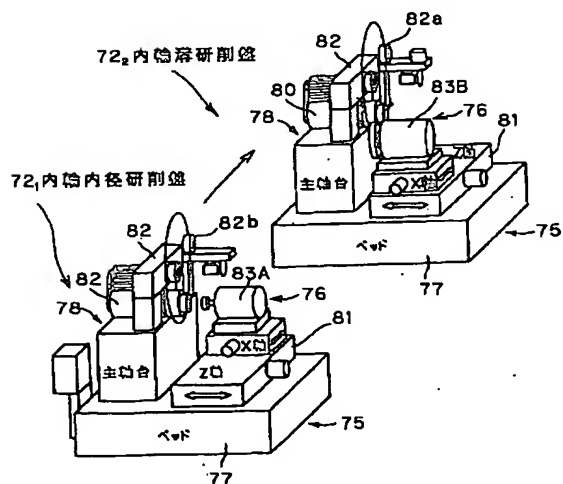


【図20】

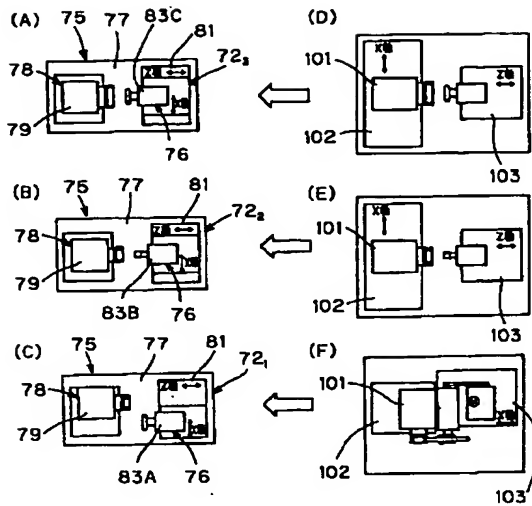
【図19】



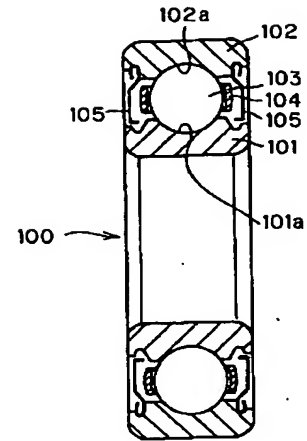
【図22】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C100 AA05 AA22 AA42 AA43 AA59
BB02 BB13 BB17 BB19 BB31
BB33 BB36 CC11
5H223 AA05 DD07